



مقارنة مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند أداء تمريني خطف وكلين القدرة المعلق

محمد عبدالحميد حسن^١

خالد عبدالرؤوف عبادة^٢

محمد عبدالحفيظ محمد^٣

^١ أستاذ الميكانيكا الحيوية بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة كلية التربية الرياضية للبنين جامعة الزقازيق

^٢ أستاذ تدريب رفع الأثقال بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة كلية التربية الرياضية جامعة بورسعيد

^٣ باحث دكتوراة بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة كلية التربية الرياضية جامعة قناة السويس

المخلص :

هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند أداء تمريني خطف وكلين القدرة المعلق ، وتم استخدام المنهج الوصفي عن طريق التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد باستخدام التصوير الرقمي عالي السرعة ، وتكونت عينة البحث من (3) لاعبين في الفئة السنية 16-18 سنة تم اختيارهم بالطريقة العمدية من فريق المحسمة لرفع الأثقال بالاسماعيلية ، وتم تصوير ثلاث محاولات لكل لاعب بشدة 80-85% من أقصى وزن شخصي في كل تمرين باستخدام (5) كاميرات جو برو 8 بتردد 50 كادر/ث ، ثم تم تحليل مقاطع الفيديو بيوميكانيكياً بواسطة برنامج Apas v14.3.0.1 ثلاثي الأبعاد ، ثم تم حساب المتغيرات الكيناتيكية بتطبيق المعادلات الميكانيكية والفيزيائية على البيانات عن طريق برنامج Excel 2010 ، ثم تم معالجة البيانات إحصائياً بالاعتماد على معاملات ارتباط بيرسون ، وكذلك معادلات الانحدار الخطي البسيط ، والانحدار الهرمي متعدد المستويات عن طريق برنامج SPSS. ، وكان من أهم النتائج: وجود فروق دالة إحصائياً في محصلة القوة لصالح تمرين خطف القدرة المعلق خلال نصف الرفع الأول من مرحلة التمهيد حتى مرحلة السحب ، ولصالح تمرين كلين القدرة المعلق خلال النصف الأخير من الرفع من مرحلة التبديل حتى مرحلة الوقوف ، غير أنه لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية بين التمرينين في نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة.

الكلمات الافتتاحية: نقل القوة; خطف وكلين; القدرة

المقدمة : تهتم هذه الدراسة بالبحث في نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند أداء كلٍ من تمريني (خطف وكلين) القدرة المعلق ، وهما تمرينان مشتقان من رفعتي الخطف والكلين الأولمبيتين ، وفي رفعات الخطف والكلين الأولمبية يقوم اللاعبون بتحويل وضع البار من الأرض إلى أعلى الرأس في رفعة الخطف أو إلى أعلى الكتفين في رفعة الكلين ، وقد أشار (جارت فيمستر 2017)



إلى بعض الاختلافات بين رفعتي الخطف والكلين ، ومن ضمنها اتساع القبضة ، وإجمالي إزاحة البار من وضع البدء حتى إنهاء الرفعة ، والنقطة التي يلتقي فيها البار مع جسم اللاعب في مرحلة السحب الثانية من الرفعة (11) ، وهذه الاختلافات من شأنها أن تؤثر في نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند مقارنة رفعة الخطف برفعة الكلين ، ولكن هناك العديد من التشابهات أيضاً ؛ فرفعتي الخطف والكلين تشتركان في نفس مراحل الأداء الفنية ، وفي حركة مفاصل الأطراف السفلى والجزع . وقد لاحظ الباحث من خلال عمله في الإعداد البدني لبعض الرياضات مدى أهمية التمارين المشتقة من رفعات الأثقال الأولمبية لتنمية بعض العناصر البدنية التي يحتاجها لاعبي هذه الرياضات ، خاصة أن الأداء الانفجاري لمفاصل الأطراف السفلى في هذه الرفعات مشابه لما يحدث في حركات الوثب والعدو .

مشكلة البحث : نظراً لأن غالبية الأبحاث التي اهتمت بالمقارنة بين التمرينات المشتقة من رفعات الأثقال الأولمبية كانت تعمل على جهة واحدة ؛ إما للمقارنة بين تمرينات مشتقة من رفعة الخطف مع بعضها ، أو من رفعة الكلين مع بعضها ، كل على حدة ، دون محاولة المقارنة بين التمرينات المشتقة من رفعة الخطف مع التمرينات المشتقة من رفعة الكلين ، لتوضيح الفروق بينهما ومعرفة نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند أداء كلا التمرينين .

هدف البحث : هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة عند أداء كل من تمريني خطف وكلين القدرة المعلق .

تساؤلات البحث :

- 1- ما هي الفروق في محصلة القوة بين التمرينين ؟
- 2- ما هي نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة في التمرينين ؟

مصطلحات البحث :

- خطف القدرة المعلق (H.P.S) : وهو أحد التمرينات المشتقة من رفعة الخطف الأولمبية .
 - كلين القدرة المعلق (H.P.C) : وهو أحد التمرينات المشتقة من رفعة الكلين الأولمبية .
- منهج البحث :** استخدم الباحث المنهج الوصفي عن طريق التحليل الميكانيكي ثلاثي الأبعاد باستخدام تصوير عالي السرعة للإجابة على تساؤلات البحث .

عينة البحث :

تكونت عينة البحث من (3) لاعبين تم اختيارهم بالطريقة العمدية من فريق رفع الأثقال بمركز شباب المحسمة بالاسماعيلية التابع لمشروع إعداد البطل الأولمبي بوزارة الشباب والرياضة .



شدة المحاولات	1 R.M		العمر التدريبي	الفئة العمرية	الوزن	الارتفاع	
	H.P.C	H.P.S					
%85-80	135	105	أكثر من 3 سنوات	16 - 18 سنة	81 نيوتن	180 سم	اللاعب الأول
%85-80	140	110	أكثر من 3 سنوات	16 - 18 سنة	96 نيوتن	175 سم	اللاعب الثاني
%85-80	140	110	أكثر من 3 سنوات	16 - 18 سنة	110 نيوتن	180 سم	اللاعب الثالث

تصوير مقاطع الفيديو : باتفاق هيئة الإشراف مع أحد المراكز المتخصصة بالتصوير الرياضي

تم تحديد يوم 2021/6/28م لحضور تدريب الفريق وتصوير أداء اللاعبين لكل من التمرين موضوع الدراسة ، والجدول التالي يوضح الأدوات المستخدمة في التصوير :

م	الأداة	العدد
1	كاميرا جو برو 8 تردد 50 كادر/الثانية	5
2	حامل كاميرا	5
3	مقياس رسم رباعي ابعاده 1*1 متر	1
4	ريموت لتزامن الكاميرات	1

حيث تم تصوير عدد : (3) محاولات في تمرين خطف القدرة المعلق ، و (3) محاولات في

تمرين كلين القدرة المعلق لكل لاعب. بإجمالي (18) محاولة ، وبواقع (9) محاولات في كل تمرين .

التحليل الكينماتيكي : وبعد إتمام التصوير تم الانتقال بعد ذلك إلى عملية التحليل الكينماتيكي

لتحويل هذه المقاطع إلى بيانات رقمية لوصف الحركة في كل محاولة على حدة باستخدام برنامج التحليل الحركي ثلاثى الأبعاد Apas v14.3.0.1 ، حيث يعمل هذا البرنامج على مزامنة مقاطع الفيديو الخاصة بكل محاولة لاستخراج البيانات رقمية عن الأداء على كل من المحاور الفراغية الثلاثة (أفقي ، عرضي ، ورأسي) ، واشتملت البيانات على (إزاحات) كل من نقاط الجسم التشريحية : (كاحل ، ركبة ، فخذ ، كتف ، مرفق ، رسغ) ، ومراكز ثقل أعضاء الجسم (القدم ، الساق ، الفخذ ، الجذع ، الرأس ، العضد ، الساعد ، واليد) ، وأيضاً لـ (مركز ثقل الجسم) و(البار) . كما اشتملت على مقادير (التغير الزاوي) لمفاصل كل من : (كاحل ، ركبة ، فخذ ، كتف ، مرفق ، رسغ) ، وجاءت البيانات لكل محاولة بعدد كادرات سرعة تصوير الكاميرا (50 ك/ث) على حسب زمن أداء كل محاولة .



التحليل الكينماتيكي : تم حساب بعض المتغيرات الكينماتيكية بمعلومية الكتلة المقاومة عن طريق المعادلات الميكانيكية والفيزيائية المختلفة على البيانات المستخرجة من التحليل الكينماتيكي ، وتم تطبيق هذه المعادلات على البيانات باستخدام برنامج Excel من حزمة برامج Microsoft Office 2010 .

المعالجة الإحصائية : يقوم البحث على المقارنة البيوميكانيكية بين تمريني خطف وكلين القدرة المعلق عن طريق تحليل ميكانيكي ثلاثي الأبعاد لمقاطع فيديو مصورة لأداء عينة البحث لكل من التمرينين بكاميرا ذات سرعة (50) كادر/ث ، والتحليل الميكانيكي لمقاطع الفيديو يعطينا بيانات رقمية لبعض المتغيرات البيوميكانيكية عن كل كادر تم تصويره عبر زمن الأداء ، مما يجعل لدينا كم كبير من البيانات يزيد معه صعوبة استخراج معلومات عن الأداء للمقارنة بين التمرينين . ولذلك سوف نستخدم بعض أساليب التحليل الإحصائية باستخدام برنامج spss الإصدار 25 من حزمة برامج شركة IBM ، لاستخراج معلومات عن أداء العينة في التمرينين ، وسوف تشمل هذه المعالجة الإحصائية مجموعة من التحليلات ، مثل :

تحليل معامل ارتباط بيرسون : وهو أحد أساليب التحليل الإحصائي يعطينا معلومات عن مدى الارتباط بين المتغيرات القياسية

تحليل الانحدار الخطي البسيط : وهو أحد أساليب التحليل الإحصائي نجريه على بعض المتغيرات لمعرفة مدى تأثير كل منها على الآخر ، ويسمى الانحدار بالمتعدد عندما ندرس تأثير أكثر من متغير على متغير تابع واحد .

تحليل الانحدار الهرمي متعدد المستويات : هو أسلوب إحصائي يتم تطبيقه على مستويين ، لمعرفة تأثير نوع التمرين على قياسات بعض المتغيرات البيوميكانيكية المستخرجة من التحليل البيوميكانيكي للعينة :

المستوى الأول : متوسط قياسات مجموعة الأفراد في أداء كل تمرين .

المستوى الثاني : تباين قياسات الفرد الواحد خلال زمن أداء كل تمرين .

حيث يُراعى تحليل الانحدار الهرمي متعدد المستويات التباين داخل بيانات الفرد الواحد عند المقارنة بين متوسط مجموعتين من الأفراد ، ليعطينا معامل يدل على تأثير نوع التمرين على قياس متغير ما ، ويُمكن تنفيذ هذا التحليل الإحصائي على برنامج التحليل الإحصائي SPSS تحت مسمى "النماذج الخطية المختلطة – Mixed linear model" ، وتكون مخرجاته على شكل جدولين :











جدول التأثير الثابت : ويعطينا معاملين ، هما :

μ (متوسط قياسات الأفراد في التمرين الأول)

- a (تأثير نوع التمرين على متوسط قياسات التمرين الثاني)
 كما يعطينا نتائج اختبار (ت) للفروق بين قياسات الأفراد في التمرينين بدلالته .
 جدول التأثير العشوائي : ويعطينا معاملين ، هما :
 u (تباين القياسات في التمرين الأول)
 e (تأثير نوع التمرين على تباين قياسات التمرين الثاني) .
 ثم نطبق معادلة الانحدار الهرمي متعدد المستويات على هذه ناتج كما يلي :
 $Y = (\beta) \mu + X$ ، حيث β هي مجموع تأثير نوع التمرين على المستويين الأول والثاني .
 $Y = (a + e) \mu + X$ (554 :12) .
نتائج البحث :

التساؤل الأول : الفروق في محصلة القوة بين التمرينين

تعتبر القوة المؤثر الرئيسي في تحريك الكتلة ضد مقاومة الجاذبية الأرضية وتحقيق الواجب الحركي في كلا التمرينين ، وهو الانتقال من وضع البداية (الوقوف والثقل معلق بالذراعين للأسفل) إلى الوضع النهائي (الوقوف والثقل أعلى الرأس في تمرين خطف القدرة المعلق ، أو أعلى الكتفين في تمرين كلين القدرة المعلق) ، ولتحقيق هذا الهدف يعمل اللاعب على تغيير أوضاع جسمه للاستفادة من دفع الأرض والحصول على قوة رد فعل تتغلب على الجاذبية الأرضية للكتلة . ويتغير اتجاه الحركة الرأسية للكتلة أثناء الانتقال من وضع البداية إلى الوضع النهائي في كلٍ من التمرينين ثلاث مرّات ، كما يظهر في الشكل التالي :

الوضع النهائي	(3)	(2)	(1)	وضع البداية	
					H.P.S
					H.P.C



لحظات تغير مسار الحركة الرأسية لمركز الكتلة أثناء الأداء في التمرينين

ويتضح لنا من الشكل السابق أنّ لحظات تغيير اتجاه الحركة الرأسية للكتلة تقسم الأداء إلى أربعة مراحل ، لكل مرحلة منها هدف ميكانيكي يساعد في إنجاز الواجب الحركي لأداء المهارة ، ويمكن تحديد هذه الأهداف بالرجوع إلى المبادئ الميكانيكية الرئيسية للحركة كما يلي :

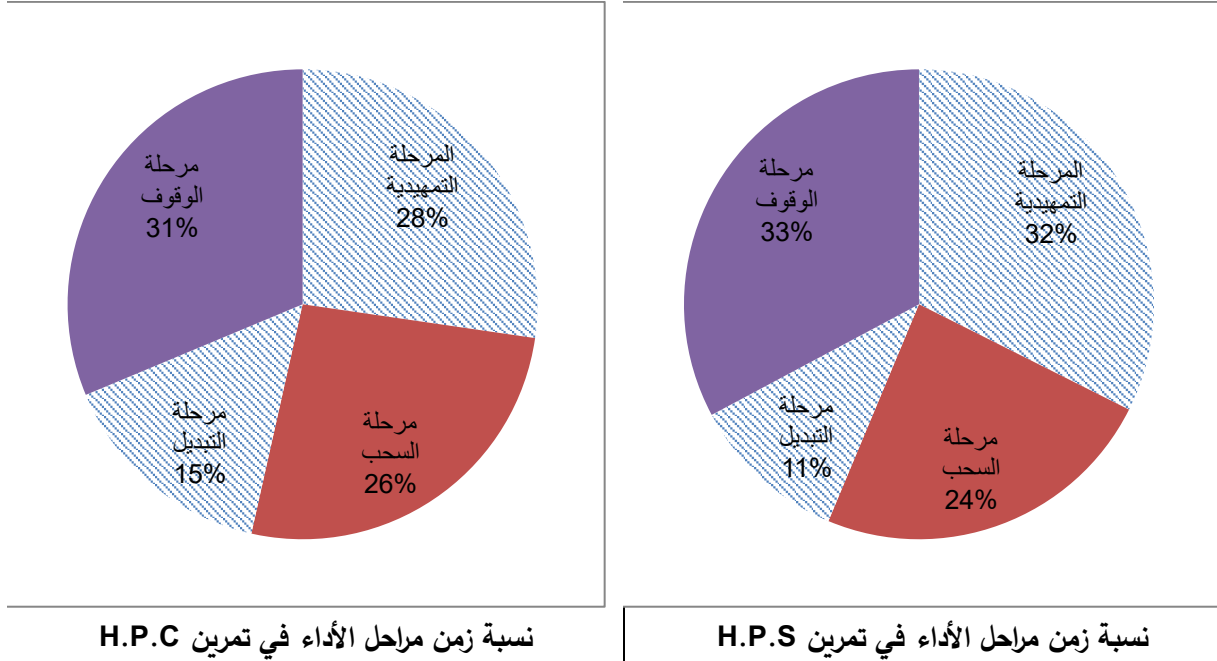
المرحلة التمهيديّة : تبدأ من وضع البداية وتتجه الحركة فيها إلى الأسفل ، وهي بذلك تكون في نفس اتجاه عمل الجاذبية الأرضية ، ويؤديها اللاعب لتحقيق هدفين ، وهما : الوصول إلى أنسب مسافة لمسار العجلة في مرحلة السحب ، وكذلك فإنّ فرملة الحركة في هذا الاتجاه تعطي الكتلة قوة دفع موجبة تضاف إلى العجلة التزايدية في المرحلة التالية لرفع الثقل .

مرحلة السحب : وهي تمثل الجزء الرئيسي من الأداء حيث تتجه الحركة رأسياً إلى الأعلى عكس اتجاه عمل الجاذبية الأرضية ، برفع الثقل للأعلى عن طريق المد السريع لمفاصل الأطراف السفلى من الجسم للاستفادة من المجموعات العضلية الكبيرة العاملة على هذه المفاصل .

مرحلة التبديل : وفيها تعود حركة الكتلة نحو الأسفل ، حيث تهدف هذه المرحلة إلى تعديل وضع جسم اللاعب وتوجيه حركته للدخول أسفل الثقل مرة أخرى ، بإعادة قبض مفاصل الأطراف السفلى للجسم ، وتباعد مفصل الكتف لاستلام الثقل على امتداد الذراعين عالياً في تمرين خطف القدرة المعلق ، أو قبض مفصل المرفق لاستلام الثقل على الكتفين أمام الرقبة في تمرين كلين القدرة المعلق ، كما يُضاف لهذه المرحلة هدف آخر ، وهو امتصاص حركة الكتلة للأسفل وإيقافها تمهيداً للدخول في مرحلة الختامية .

مرحلة الوقوف بالثقل : وفيها تعود حركة الكتلة إلى الأعلى ، حيث تتجه الحركة نحو تحقيق الوضع النهائي في كلا التمرينين عن طريق إعادة مد مفاصل الأطراف السفلى ، وفيها يعمل اللاعب على حفظ التوازن بعد مرحلة تعديل الوضع ، ودفع الأرض للوقوف بالثقل عالياً .

والشكل التالي يوضح التقسيم الزمني لمراحل الأداء في التمرينين :



ثم بعد ذلك يأتي التقسيم من المستوى التالي بناءً على إشارة القوة المؤثرة على الكتلة ، والتي تكون موجبة في حالة التسارع ، وسالبة في حالة الفرملة . ولتفسير ذلك نعود لمعادلة حساب القوة ، وهي : (الكتلة × العجلة) ، ونلاحظ وجود عنصران في المعادلة السابقة ، وهي الكتلة والتي تمثل ما يحتويه الجسم من مادة وهو رقم ثابت إشارته دائماً موجبة ، بينما العنصر الآخر هو العجلة ، والتي يمكن أن تأتي بإشارة موجبة أو سالبة ، وبالتالي تصبح العجلة المؤثر الوحيد في إشارة القوة ، وتشير عجلة القوة إلى التغير في سرعة الكتلة نتيجة القوة المؤثرة عليها ، ويتم حسابها بقسمة مقدار التغير في سرعة الكتلة على الزمن ، ومعادلة حسابها : ((السرعة النهائية - السرعة الابتدائية) / الزمن) ، والسرعة في معادلة حساب عجلة القوة تُعبّر عن محصلة سرعة حركة الكتلة على الثلاث محاور الفراغية (الأفقي X ، والعرضي Y ، والرأسي Z) ، والتي يتم حسابها بقوانين حساب وتر المثلث قائم الزاوية ، وهي : $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ، وتربيع القيم في هذه المعادلة يجعل النتيجة موجبة دائماً ، بحيث تكون السرعة في المعادلة قيمة مطلقة لمحصلة ما تحركته الكتلة بالنسبة للزمن ، بدون إشارة تدل على اتجاهها . وحيث أنّ إشارة كلاً من محصلة السرعة النهائية ومحصلة السرعة الابتدائية دائماً موجبة ؛ يصبح الفارق بينهما هو المتحكم في إشارة ناتج معادلة حساب العجلة وبالتالي إشارة ناتج معادلة القوة ، أي أنه إذا كانت السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية جاء ناتج العجلة بالموجب ، وتُسمّى "التسارع" ، وبالتالي تكون إشارة القوة موجبة ، أما إذا كانت السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية جاء ناتج العجلة



بالسالب ، وتُسمى "الفرملة" ، وبالتالي تكون إشارة القوة سالبة ، ويقسم هذا المستوى كلاً من المراحل في المستوى الأول إلى قسمين ؛ قسم تتسارع فيه حركة الكتلة ، وقسم تتباطؤ فيه حركة الكتلة ، ويتضح من النتائج أن نسب كلاً من التسارع ، والفرملة داخل المراحل جاء بالمناصفة تقريباً ، فيما عدا مرحلة السحب التي زادت فيها نسبة التسارع عن الفرملة بمعدل (40-60)% تقريباً في كلٍ من التمرينين ، وبذلك يصبح زمن الأداء مقسّم إلى ثمانية أجزاء ، أربعة منها مقسمة بناءً على اتجاه الحركة الرأسية للكتلة ، ثم تنقسم كلٌ من هذه المراحل الأربعة إلى نصفين بناءً على عجلة تحريك الكتلة : أحدهما تتسارع فيه حركة الكتلة ، والآخر تتباطؤ فيه حركة الكتلة ، ويتضح من التحليل أن نسب كلاً من التسارع ، والفرملة داخل المراحل جاء بالمناصفة تقريباً ، فيما عدا مرحلة السحب التي زادت فيها نسبة التسارع عن الفرملة بمعدل (40-60)% تقريباً في كلٍ من التمرينين ، ونوضح تقسيم زمن الأداء من خلال الشكل التالي :



مستويات تقسيم مراحل الأداء في التمرينين

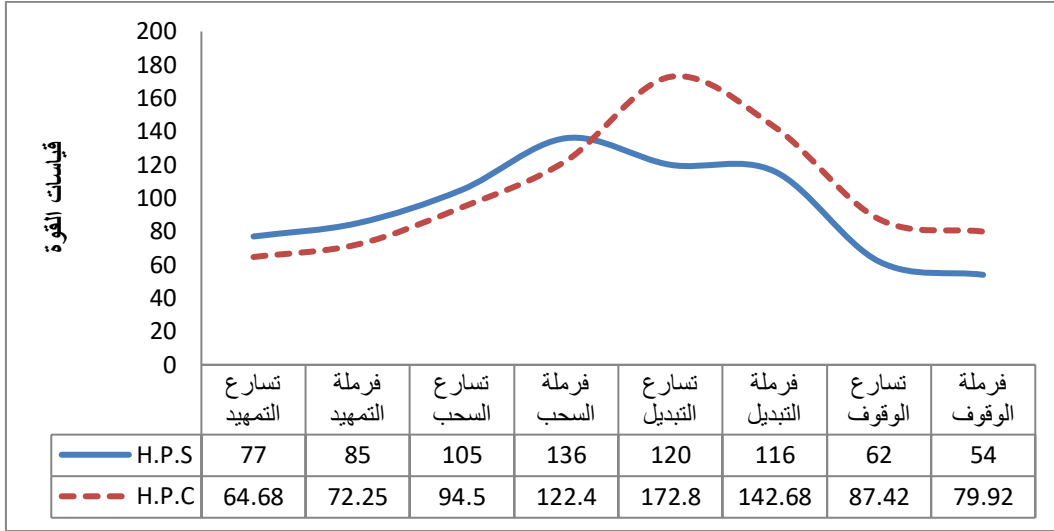
وبعد أن قسّمنا زمن الأداء إلى مراحل بهدف توحيد الإشارة الجبرية لمحصلة القوة داخل كل مرحلة ، أصبح من الممكن تطبيق تحليل الانحدار الهرمي الإحصائي للمقارنة بين قياسات القوة المستخرجة من التحليل الكينماتيكي لحركة مركز الكتلة عند أداء كلٍ من التمرينين ، ونلاحظ من نتائج التحليل أنّ الفروق في قياسات القوة كانت دالة إحصائياً لصالح تمرين خطف القدرة المعلق في النصف الأول من الأداء بدءاً من تسارع مرحلة التمهيد وحتى فرملة مرحلة السحب ، ولصالح تمرين كلين القدرة المعلق في النصف الأخير من الأداء بدءاً من تسارع مرحلة التبديل وحتى فرملة مرحلة الوقوف ، وجاءت نتائج تطبيق التحليل كما يلي :

- نقص تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (77) نيوتن بنسبة (16)% تقريباً في تسارع مرحلة التمهيد .



- نقص تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (-85) نيوتن بنسبة (15%) تقريباً في فرملة مرحلة التمهيد .
- نقص تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (105) نيوتن بنسبة (10%) تقريباً في تسارع مرحلة السحب .
- نقص تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (-136) نيوتن بنسبة (10%) تقريباً في فرملة مرحلة السحب .
- زاد تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (120) نيوتن بنسبة (44%) تقريباً في تسارع مرحلة التبديل .
- زاد تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (-116) نيوتن بنسبة (23%) تقريباً في فرملة مرحلة التبديل .
- زاد تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (62) نيوتن بنسبة (41%) تقريباً في تسارع مرحلة الوقوف .
- زاد تمرين كلين القدرة المعلق عن متوسط القوة في تمرين خطف القدرة المعلق (-54) نيوتن بنسبة (48%) تقريباً في فرملة مرحلة الوقوف .

توضح النتائج السابقة تفوق تمرين خطف القدرة المعلق على تمرين كلين القدرة المعلق من حيث القوة المؤثرة على مركز الكتلة في نصف الرفع الأول بدءاً من تسارع مرحلة التمهيد وحتى فرملة مرحلة السحب بمتوسط نسبة (13%) تقريباً ، ثم يتفوق تمرين كلين القدرة المعلق في نصف الرفع الثاني بدءاً من تسارع مرحلة التبديل وحتى فرملة مرحلة الوقوف بمتوسط نسبة (40%) تقريباً ، كما نلاحظ أن متوسط قياسات القوة جاء بإشارة موجبة في شق التسارع من جميع المراحل ، وبإشارة سالبة في شق الفرملة من جميع المراحل ، وهذه الإشارة لا تتعلق بقيمة القوة وإنما تتعلق بنوع استجابة حركة الكتلة لتأثير هذه القوة ، وقد ساهم تقسيم الأداء إلى مراحل في تفسير هذه الظاهرة ، ولذلك فالرسم البياني التالي يوضح الفروق بين التمرينين في القيمة المطلقة لقياسات القوة عبر مراحل الأداء :



مقارنة قياسات القوة المؤثرة على مركز الكتلة في التمرينين

نلاحظ من الشكل السابق أن هناك اختلاف بين التمرينين في قمم وقيعان منحنى القوة ؛ فأعلى قيمة للقوة في تمرين خطف القدرة المعلق كانت أثناء فرملة مرحلة السحب ، بينما كانت أثناء تسارع مرحلة التبدل في تمرين كلين القدرة المعلق ، أما أقل قيمة للقوة في تمرين خطف القدرة المعلق فكانت أثناء فرملة مرحلة الوقوف ، بينما كانت أثناء تسارع مرحلة التمهيد في تمرين كلين القدرة المعلق .

التساؤل الثاني : نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة في التمرينين

وللإجابة على هذا التساؤل سوف نتعمق في تحليل القوة المؤثرة على مركز الكتلة في محاولة لمعرفة مصادر هذه القوة ونسب مساهمة المجموعات العضلية العاملة على المفاصل المسببة للحركة في التمرينين ، ولتحليل مصادر القوة المؤثرة على مركز الكتلة نحتاج لتنفيذ عمليات حسابية تشمل الجمع والطرح ، ولتنفيذ هذه العمليات الحسابية من جمع وطرح على قياسات القوة يجب تحويلها إلى مقادير متجهة ، حيث يكون لكل قوة مقدار يحدد قيمتها على الاتجاهات الفراغية الثلاثة (X, Y, Z) ، ولتفكيك القوة على المحاور الفراغية الثلاثة نلجأ لقياسات الناتج الخام من هذه القوة وهي "كمية الحركة - Momentum" ، ومعادلة حسابها هي : (الكتلة × سرعتها) ، وتعود العلاقة بين كمية الحركة والقوة إلى قانون نيوتن : حيث تؤثر القوة على الكتلة فتغير من سرعتها ، ما يعني أن ناتج تأثير القوة على الكتلة هو عبارة عن مقدار يمثل سرعة حركة هذه الكتلة . والمعلوم أن السرعة القياسية Speed يُمكن تحليلها على المحاور الفراغية الثلاثية ، بحيث يصبح لها قيمة تعبر عن مقدار هذه السرعة على كلٍ من المحاور الثلاثة (X, Y, Z) ، وإشارة تعبر عن اتجاه هذه السرعة على هذا المحور ، ويكون إسمها في الحالة سرعة متجهة velocity ، وبضرب السرعة المتجهة في مقدار الكتلة نحصل على كمية الحركة



المتجهة على محاور الفراغ الثلاثة ، والجدول التالي يوضح كميات الحركة المتجهة لمركز الكتلة على المحاور الفراغية الثلاثة :

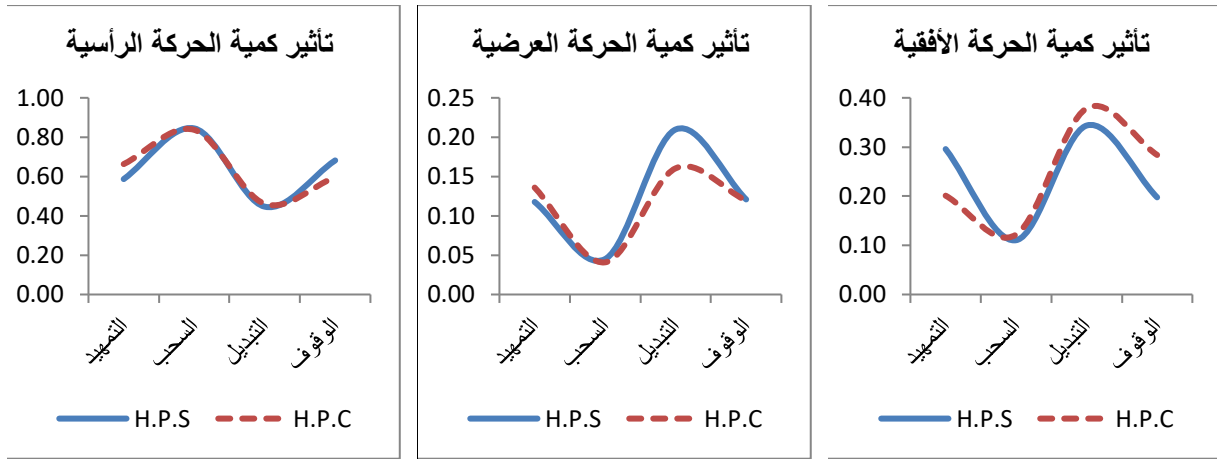
إحصاء وصفي لكميات حركة مركز الكتلة المتجهة ومحصلتها

التمرين	المراحل		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
H.P.S	التمهيدية	center_of_mass_momentum_x	362	-12.846	13.803	1.32057	4.240572
		center_of_mass_momentum_y	362	-12.414	7.318	-.33412	2.412723
		center_of_mass_momentum_z	362	-21.561	6.359	-6.15778	4.663094
		center_of_mass_Σ_momentum	362	.000	22.209	8.34527	3.949056
	السحب	center_of_mass_momentum_x	268	-16.734	11.651	-1.77041	4.311839
		center_of_mass_momentum_y	268	-10.417	6.411	-.36478	2.647336
		center_of_mass_momentum_z	268	-4.387	35.072	15.55094	9.617985
		center_of_mass_Σ_momentum	268	.823	35.262	16.83623	8.922025
	التبديل	center_of_mass_momentum_x	122	-12.454	22.701	2.48302	5.846938
		center_of_mass_momentum_y	122	-14.522	14.595	-.38914	4.279836
		center_of_mass_momentum_z	122	-17.277	6.461	-4.83561	4.690997
		center_of_mass_Σ_momentum	122	.210	29.837	8.74174	5.234884
الوقوف	center_of_mass_momentum_x	367	-14.356	11.651	-.75491	4.350148	
	center_of_mass_momentum_y	367	-10.088	9.927	.33189	3.054016	
	center_of_mass_momentum_z	367	-9.953	23.317	7.56779	5.582437	
	center_of_mass_Σ_momentum	367	1.225	28.223	9.80869	4.588049	
H.P.C	التمهيدية	center_of_mass_momentum_x	268	-8.310	11.719	1.00077	3.260393
		center_of_mass_momentum_y	268	-8.098	8.859	-.09929	2.465226
		center_of_mass_momentum_z	268	-16.346	7.012	-7.44191	4.225309
		center_of_mass_Σ_momentum	268	.000	17.691	8.80218	3.660229
	السحب	center_of_mass_momentum_x	258	-12.414	13.867	-.96721	4.501941
		center_of_mass_momentum_y	258	-7.997	7.010	.22934	2.816689
		center_of_mass_momentum_z	258	-2.585	32.293	15.30739	8.260395
		center_of_mass_Σ_momentum	258	3.279	33.723	16.59403	7.498082
	التبديل	center_of_mass_momentum_x	149	-16.904	12.925	-.53661	6.933389
		center_of_mass_momentum_y	149	-9.100	9.618	.84082	4.308198
		center_of_mass_momentum_z	149	-16.437	9.787	-4.45209	6.389705
		center_of_mass_Σ_momentum	149	3.098	22.284	10.39799	4.423720
الوقوف	center_of_mass_momentum_x	308	-16.926	14.790	-.24805	5.318066	
	center_of_mass_momentum_y	308	-10.288	12.455	-.02012	3.328639	
	center_of_mass_momentum_z	308	-12.719	22.688	7.06206	6.607188	
	center_of_mass_Σ_momentum	308	1.234	23.117	10.58897	4.541102	

ويتضح تأثير اتجاهات القوة على حركة الكتلة من خلال إشارات كميات الحركة المتجهة ، وكان أبرز اختلاف بين التمرينين في إشارة كمية الحركة الأفقية أثناء مرحلة التبديل ، حيث جاءت كمية الحركة الأفقية بإشارة موجبة في تمرين خطف القدرة المعلق ما يعني اتجاه حركة مركز الكتلة للأمام في اتجاه ثقل البار ، بينما في تمرين كلين القدرة المعلق جاءت بإشارة سالبة ما يعني اتجاه حركة مركز الكتلة للخلف في اتجاه جسم اللاعب ، كما يتضح أنّ كمية الحركة العرضية كانت صاحبة أقل قيمة بين المحاور الثلاثة في التمرينين ، بينما كانت كمية الحركة في الاتجاه الرأسي هي الأعلى قيمة من بين المحاور الثلاثة ، كما يتضح أيضاً أن محصلة كمية الحركة دائماً موجبة ، وذلك يعود لتربيع قيم كميات



الحركة المتجهة في معادلة حساب محصلة كمية الحركة ، وهي $\sqrt{m(x)^2 + m(y)^2 + m(z)^2}$ ، ولذلك فسوف نطبق تحليل الانحدار الخطي باستخدام القيم المطلقة لكميات الحركة المتجهة لدراسة تأثيرها على محصلة كمية الحركة ، وذلك نظراً لعدم وجود تأثير لإشارات كميات الحركة المتجهة نتيجة لتربيعها كما يتضح من المعادلة السابقة ، والجدول التالي يوضح تأثير القيم المطلقة لكميات الحركة المتجهة على محصلة كمية الحركة ، ويتضح من التحليل أن كمية الحركة الرأسية كانت الأعلى تأثيراً على محصلة كمية الحركة ، يليها كمية الحركة الأفقية ، بينما كانت كمية الحركة العرضية أقلهم تأثيراً على محصلة كمية الحركة ، والرسم البياني التالي يوضح الفروق بين التمرينين في تأثير كميات الحركة المتجهة على المحصلة :

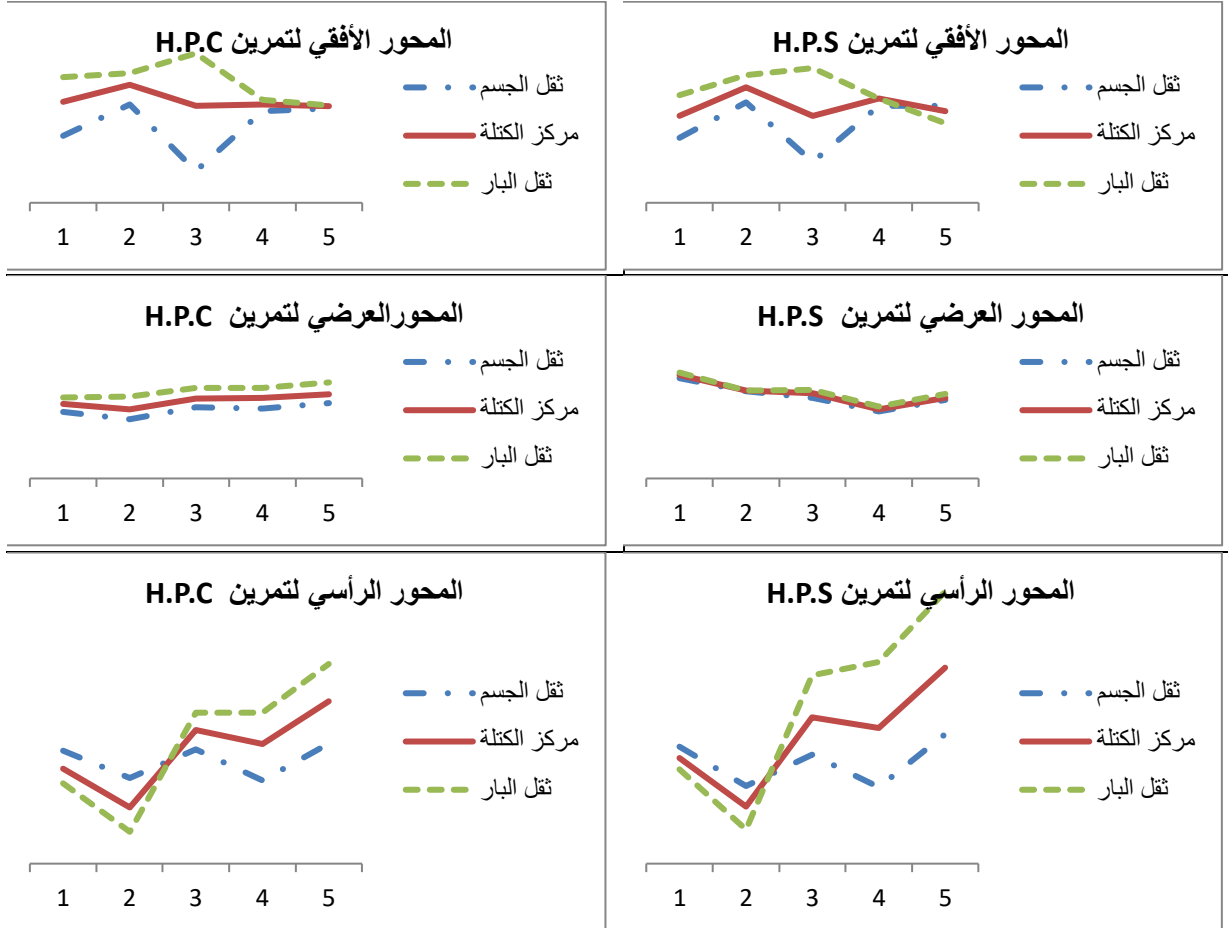


مقارنة تأثير كميات حركة مركز الكتلة المتجهة على محصلتها في التمرينين

نلاحظ من الشكل السابق وجود تشابه بين قمم وقيعان منحنيات تأثير كمية الحركة الأفقية والعرضية في التمرينين ، فهما يرتفعان في مرحلتي التمهيد والتبدل ، وينخفضان في مرحلتي السحب والوقوف ، على عكس منحنى تأثير كمية الحركة الرأسية الذي يرتفع في مرحلتي السحب والوقوف وينخفض في مرحلتي التمهيد والتبدل في التمرينين ، كما أن هناك اختلافات بين التمرينين في تأثير كمية الحركة المتجهة أفقياً ، حيث تزيد في تمرين خطف القدرة المعلق خلال مرحلة التمهيد ، ثم تزيد في تمرين كلين القدرة المعلق في باقي المراحل ، أما من حيث تأثير كمية الحركة المتجهة عرضياً فقد كان الاختلاف الملحوظ في مرحلة التبدل حيث كان تأثيرها أعلى على محصلة كمية الحركة في تمرين خطف القدرة المعلق ، أما كمية الحركة الرأسية فيتشابه تأثيرها على محصلة كمية الحركة بين التمرينين مع وجود زيادة بسيطة في مرحلة التمهيد لصالح تمرين كلين القدرة المعلق ، وفي مرحلة الوقوف لصالح تمرين خطف القدرة المعلق . والتحليل السابق يوضح تأثير القيم المطلقة لكميات الحركة المتجهة على حركة مركز الكتلة بدون توضيح مسار حركة مركز الكتلة ، والرسم البياني التالي يوضح مسار حركة



مركز الكتلة على الثلاثة محاور (الأفقي ، العرضي ، والرأسي) من وضع البداية إلى الوضع النهائي في التمرينين ، مع إضافة مسار حركة كلٍ من ثقل البار ومركز الكتلة وثقل الجسم اللاعب إلى الرسم:



مسارات مركز الكتلة وثقل البار وثقل الجسم على المحاور الثلاثة في التمرينين

والشكل السابق يوضح توسط مسار مركز الكتلة بين مساري ثقل البار ومركز ثقل الجسم على المحاور الثلاثة ، فيما يعطي انطباعاً عن أحد أنظمة الروافع الميكانيكية حيث يتوسط مركز الكتلة القوتين المحركة متمثلة في مركز ثقل الجسم ، والمقاومة متمثلة في ثقل البار ؛ فالقوة المؤثرة على مركز الكتلة عبارة عن محصلة لمجموعة من القوى تمر عبر سلسلة كينماتيكية مكونة من وصلات الجسم ، وهي : (القدمين ، الساقين ، الفخذين ، الجذع ، العضدين ، الساعدين ، واليدين) ، وهذه الوصلات تتصل ببعضها عن طريق مجموعة من المفاصل التي تشكل حلقات السلسلة ، وهي : (الكاحلين ، الركبتين ، الوركين ، الكتفين ، المرفقين ، والرسغين) ، وتنتهي هذه السلسلة الكينماتيكية بثقل البار عند نهاية طرفها العلوي . وترتكز هذه السلسلة على الأرض بالقدمين ، ومنها ينتقل رد فعل دفع الأرض المؤثر على مركز الكتلة إلى السلسلة الكينماتيكية ، فتقلها عبر حلقات السلسلة حلقة تلو الأخرى حتى



تصل إلى ثقل البار . ويُقاس تأثير كل حلقة على نقل القوة بتطبيق مبدأ النقل الحركي ، حيث يكون الفارق بين القوة بعد مرورها من إحدى الحلقات وقبل مرورها هو مقدار تأثير هذه الحلقة ، ويستمر النقل الحركي للقوة عبر حلقات السلسلة حتى تصل إلى نهايتها عند ثقل البار فتزيد من سرعته أو تقلل منها . ومما نلاحظه وجود تطابق في الحركة بين مفاصل الجانبين الأيمن والأيسر في كلا التمرينين ، والجدول التالي يوضح مدى ارتباط قياسات زوايا مفاصل الجانب الأيمن والأيسر في التمرينين :

ارتباط قياسات زوايا مفاصل الجانب الأيمن للجسم مع الأيسر

التمرين			right_ankle_angel	right_knee_angle	right_hip_angle	right_shoulder_angle	right_elbow_angle	right_wrest_angle
H.P.S	left_ankle_angle	Pearson Correlation	.828**					
		Sig. (2-tailed)	0.000					
	left_knee_angle	Pearson Correlation		.986**				
		Sig. (2-tailed)		0.000				
	left_hip_angle	Pearson Correlation			.971**			
		Sig. (2-tailed)			0.000			
	left_shoulder_angle	Pearson Correlation				.989**		
Sig. (2-tailed)					0.000			
left_elbow_angle	Pearson Correlation					.921**		
	Sig. (2-tailed)					0.000		
left_wrest_angle	Pearson Correlation						.877**	
	Sig. (2-tailed)						0.000	
H.P.C	left_ankle_angle	Pearson Correlation	.839**					
		Sig. (2-tailed)	0.000					
	left_knee_angle	Pearson Correlation		.980**				
		Sig. (2-tailed)		0.000				
	left_hip_angle	Pearson Correlation			.969**			
		Sig. (2-tailed)			0.000			
	left_shoulder_angle	Pearson Correlation				.967**		
Sig. (2-tailed)					0.000			
left_elbow_angle	Pearson Correlation					.996**		
	Sig. (2-tailed)					0.000		
left_wrest_angle	Pearson Correlation						.960**	
	Sig. (2-tailed)						0.000	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

يتضح من الجدول السابق وجود ارتباط تام تقريباً بين زوايا مفاصل الجانب الأيمن والجانب الأيسر للجسم في التمرينين ؛ فهو يتجاوز نسبة (95%) تقريباً في تسع مفاصل من الاثني عشر مفصلاً المشاركين في الحركة ، مما يعني تماثل الحركة تقريباً في جانبي الجسم أثناء الأداء ، ولذلك فسوف نتعامل مع هذه المفاصل بدمج الجانبين الأيمن والأيسر بحيث تصبح هناك ست حلقات داخل السلسلة الحركية لنقل قوة دفع الأرض إلى ثقل البار ، ولكل حلقة من هذه الحلقات الستة مقاومة تختلف عن



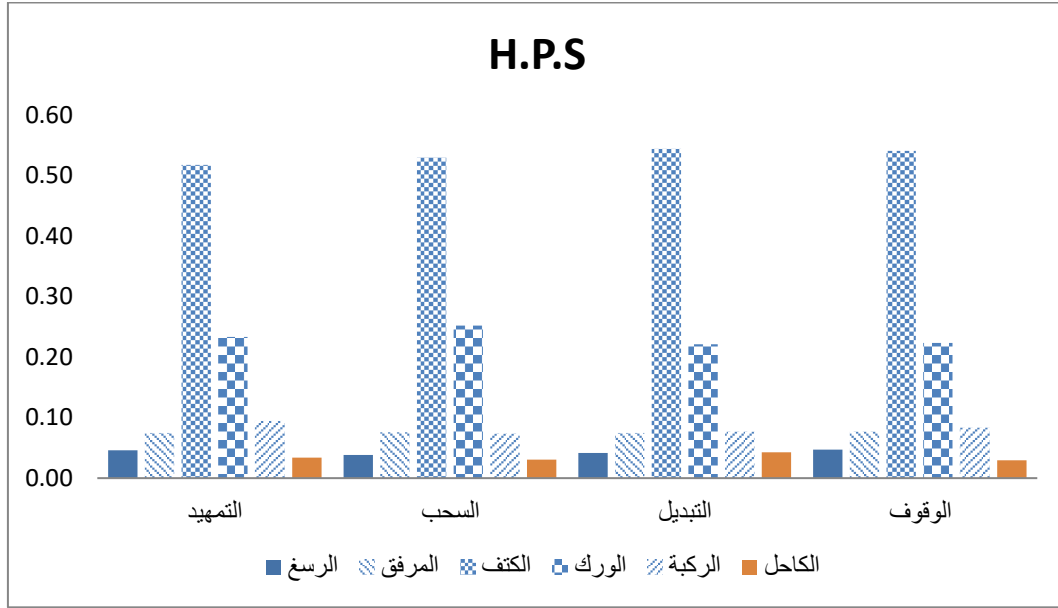
مقاومة أي حلقة أخرى داخل السلسلة ، ولحساب مقاومة أحد الحلقات فإننا نحسب مركز الكتلة لكل ما يتبعها من وصلات السلسلة ، فعلى سبيل المثال : يعتبر مركز كتلة كلٍ من ثقل البار وثقل اليدين كتلة مقاومة لمفصلي الرسغين ، أما مفصلي الكاحلين فيتحركان ضد مقاومة مركز كتلة جميع وصلات الجسم ما عدا القدمين ، وبالتالي فعند حساب كمية الحركة المنقولة خلال أحد المفاصل ينبغي مراعاة أن الكتلة المقاومة قبل المفصل تختلف عن الكتلة المقاومة بعده ، وكذلك فهي تختلف أيضا من مفصل لآخر حسب موقعه في السلسلة الحركية بالنسبة لوصلات الجسم ، وبضرب مقدار الكتلة المقاومة في سرعتها المتجهة نحصل على كمية الحركة المتجهة على محاور الفراغ الثلاثة ، قبل مرورها من أحد المفاصل وبعد مرورها ، وبطرح كمية حركة الكتلة المقاومة قبل المفصل من كمية حركة الكتلة المقاومة بعد المفصل نحصل على تأثير هذا المفصل على ناتج كمية الحركة إما بالزيادة أو بالنقصان . والجدول التالي يوضح متوسط كميات الحركة المتجهة على المحاور الثلاثة لكل حلقة من حلقات السلسلة منفصلة وكذلك مجموع تأثيرهم مجتمعين والذي يمثل تأثير السلسلة ككل بالإضافة إلى كمية حركة الكتلة المقاومة لآخر حلقات السلسلة والمتمثلة في مركز كتلة كلٍ من ثقل البار واليدين ، وكذلك لمركز الكتلة :

إحصاء وصفي لنقل المفاصل للقوة على المحاور الثلاثة

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ankles_momentum_effect_x	2102	-.864	.946	-.00225	.151925
knees_momentum_effect_x	2102	-1.155	1.430	.00322	.318109
hips_momentum_effect_x	2102	-4.092	5.016	.01775	.885419
shoulders_momentum_effect_x	2102	-11.154	12.906	.16277	2.334518
elbows_momentum_effect_x	2102	-1.221	2.030	.03252	.405711
wrists_momentum_effect_x	2102	-.693	1.342	.01476	.213993
chain_momentum_effect_x	2102	-16.500	19.583	.22879	3.423142
bar_resist_momentum_x	2102	-19.762	11.759	-.28029	3.589872
center_of_mass_momentum_x	2102	-16.926	22.701	-.05149	4.847079
ankles_momentum_effect_y	2102	-.380	.319	-.00401	.060731
knees_momentum_effect_y	2102	-.784	.688	-.00646	.153289
hips_momentum_effect_y	2102	-1.848	1.782	-.00792	.388688
shoulders_momentum_effect_y	2102	-3.933	3.363	-.00733	.843950
elbows_momentum_effect_y	2102	-.429	.446	-.00048	.111027
wrists_momentum_effect_y	2102	-.308	.319	-.00049	.067562
chain_momentum_effect_y	2102	-7.057	6.556	-.02669	1.497283
bar_resist_momentum_y	2102	-7.815	8.458	.03013	1.829507
center_of_mass_momentum_y	2102	-14.522	14.595	.00345	3.059731
ankles_momentum_effect_z	2102	-.737	.429	-.00022	.106201
knees_momentum_effect_z	2102	-1.760	1.320	-.00126	.300857
hips_momentum_effect_z	2102	-5.472	4.884	.00177	1.233089
shoulders_momentum_effect_z	2102	-13.920	7.631	.01626	3.512095
elbows_momentum_effect_z	2102	-2.376	1.188	.03889	.481794
wrists_momentum_effect_z	2102	-1.408	.893	.08391	.307519
chain_momentum_effect_z	2102	-22.979	15.403	-.13933	5.602847
bar_resist_momentum_z	2102	-13.248	23.432	3.47277	7.621589
center_of_mass_momentum_z	2102	-21.561	35.072	3.61208	11.059070

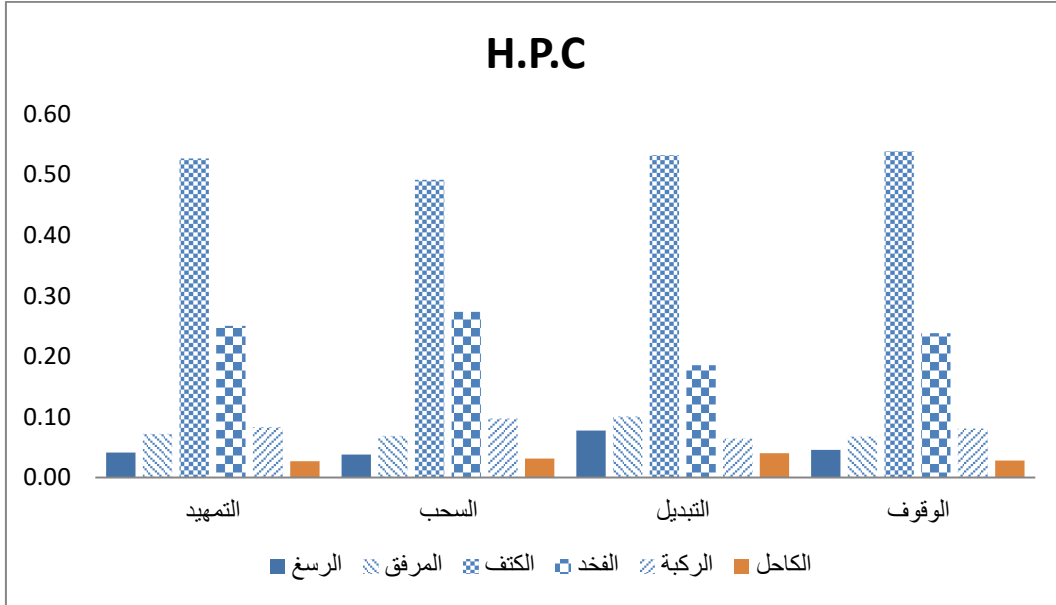


وبحصولنا على تأثير كل حلقة من حلقات السلسلة منفردة على انتقال كمية الحركة على كلٍ من المحاور الفراغية ، وكذلك ناتج نقل القوة من السلسلة الحركية كمتغير تابع ، نستطيع تطبيق تحليل الانحدار الخطي على هذه البيانات ، والرسم التالي يوضح نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة في تمرين خطف القدرة المعلق :



نسب تأثير المفاصل على نقل القوة في تمرين H.P.S

والرسم التالي يوضح نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة في تمرين كلين القدرة المعلق :



نسب تأثير المفاصل على نقل القوة في تمرين H.P.C

الاستنتاجات :

- وجود فروق بين التمرينين في محصلة القوة المؤثرة على مركز الكتلة لصالح تمرين خطف القدرة المعلق خلال النصف الأول من الأداء بدءاً من مرحلة التمهيد ، وحتى مرحلة السحب بمتوسط نسبته (13)% تقريباً ، ولصالح تمرين كلين القدرة المعلق خلال النصف الثاني من الأداء بدءاً من مرحلة التبديل ، وحتى مرحلة الوقوف بمتوسط نسبته (40)% تقريباً .
- وجود فروق بين التمرينين في اتجاه القوة الأفقية أثناء مرحلة التبديل ، حيث تتجه القوة أماماً في تمرين خطف القدرة المعلق ، بينما تتجه خلفاً في تمرين كلين القدرة المعلق .
- عدم وجود فروق بين التمرينين في نسب مساهمة كميات الحركة المتجهة على محصلتها ؛ حيث كانت قمة تأثير كلٍ من القوة الأفقية والعرضية في مرحلة التبديل ، بينما كانت قمة القوة الرأسية في مرحلة السحب .
- عدم وجود فروق بين التمرينين في الارتباط المرتفع بين قياسات زوايا مفاصل الجانبين الأيمن والأيسر .
- عدم وجود فروق بين التمرينين في نسب مساهمة المفاصل المشاركة في نقل القوة خلال مراحل الأداء الأربعة ، حيث جاء بطريقة هرمية قمتها في منتصف السلسلة عند مفصل



الكتف يليه من جهة الأطراف السفلى مفصل الفخذ ، ثم يتساوي تأثير الركبة والمرفق ، وأقلهم نقلاً للقوة كانا الكاحل والرسغ عند أطراف السلسلة .

التوصيات :

- يوصي الباحث مدربي الرياضات المختلفة بالاعتماد على نتائج البحث العلمي عند الاختيار بين التمرينات المشتقة من رفعات الأثقال الأولمبية بما يتوافق مع متطلبات الحالة التدريبية لرياضتهم التخصصية .
- يوصي الباحث مجتمع البحث العلمي بعمل مزيد من الأبحاث عن التمرينات البدنية المختلفة لمعرفة خصائص هذه التمرينات بما يسهل على مدربي الإعداد البدني عند الاختيار بين هذه التمرينات حسب احتياج رياضتهم التخصصية .

قائمة المراجع :

أولاً : المراجع العربية :

- 1 أحمد عبدالحميد العميري رفع الأثقال - تعليم المبتدئين وتدريب الناشئين. كلية التربية البدنية ، جامعة المنصورة ، 2019م .
- 2 حامد أحمد عبدالخالق علوم دراسة الحركة الرياضية. كلية التربية البدنية للبنين بالهرم ، جامعة حلوان ، 2014م .
- 3 طلحة حسين حسام الدين الميكانيكا الحيوية - الأسس النظرية والتطبيقية. كلية التربية البدنية للبنين بالهرم ، جامعة حلوان ، دار الفكر العربي للنشر 1993م .
- 4 طلحة حسام الدين ، وفاء صلاح الدين ، مصطفى كامل ، سعيد عبدالرشيد الموسوعة العلمية في التدريب - القوة - القدرة - تحمل القوة - المرونة - 300 تمرين مصور. مركز الكتاب للنشر 1997م .
- 5 طلحة حسام الدين ، سعيد عبدالرشيد ، مصطفى كامل ، وفاء صلاح الدين علم الحركة التطبيقي (الجزء الأول). مركز الكتاب للنشر 1998م .
- 6 عصام الدين عبدالخالق التدريب الرياضي - نظريات - تطبيقات. كلية التربية البدنية للبنين ، جامعة الاسكندرية ، دار المعارف 1992م .
- 7 محمد جابر بريقع ، إيهاب التدريب العرضي - أسس - مفاهيم - تطبيقات. كلية التربية البدنية



- فوزي البديوي ، جامعة طنطا ، منشأة المعارف بالاسكندرية 2004م .
- 8 محمد جابر بريقع ، خيرية المبادئ الأساسية للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي - التحليل الكيفي - الجزء الثاني. منشأة المعارف بالاسكندرية 2010م . إبراهيم السكري
- 9 محمد عبدالحميد حسين ، تطبيقات الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي. كلية التربية البدنية محمد عبدالوهاب البديري ، للبنين ، جامعة الزقازيق ، مكتبة الزهراء ، 2014م .

ثانياً : المراجع الأجنبية :

- 10-Chun –Hou Huang, et.al2013. The analysis of upper limb movement and emg activation during the snatch under various loading conditions. [Journal of Mechanics in Medicine and Biology](#) 13(01)
- 11-Garrett West Feimster 2017. EFFECT OF THE CATCH POSITION ON POWER CHARACTERISTICS IN SNATCH DERIVATIVES. Appalachian State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of MASTER OF SCIENCE.
- 12-Jacob Cohen, Patricia Cohen, Stephen G. West, Leona S. Aiken – Applied Multiple Regression–Correlation Analysis for the Behavioral Sciences, 3rd Edition (2002) – libgen.lc
- 13-Patrick Holmberg 2013. Weightlifting to Improve Volleyball Performance. [Strength and conditioning journal](#) 35(2):79–88
- 14-Paul comfort, et.al 2011. Comparisons of Peak Ground Reaction Force and Rate of Force Development During Variations of the Power Clean, [The Journal of Strength and Conditioning Research](#) 25(5):1235–9
- 15-Paul Comfort, et.al 2016. A Comparison of Catch Phase Force–Time Characteristics During Clean Derivatives From the Knee. [The Journal of Strength and Conditioning Research](#) 31(7)
- 16-Timothy J. Schomel, et.al 2015. Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. [Sports Medicine](#) 45(6):823–839



- 17–Timothy J. Schomel, et.al 2017. Power–Time Curve Comparison between Weightlifting Derivatives. [J Sports Sci Med](#). 2017 Sep; 16(3): 407–413
- 18–Timothy J. Suchomel 2014. LOWER EXTREMITY JOINT VELOCITY COMPARISONS DURING THE HANG POWER CLEAN AND JUMP SHRUG AT VARIOUS LOADS. 32nd International Conference of Biomechanics in Sports. www.researchgate.net/publication/264196807
- 19–Timothy J. Suchomel, et.al 2013. Kinetic Comparison of the Power Development Between Power Clean Variations [The Journal of Strength and Conditioning Research](#) 28(2)